

IEJST (Industrial Engineering Journal of The University of Sarjanawiyata Tamansiswa)
Vol. 2 No.2, Desember 2018

DESAIN DAN ANALISIS EKSPERIMEN MENGGUNAKAN BUJURSANGKAR YOUTDEN DI PT. XYZ

Elly Wuryaningtyas Yunitasari
Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa
Yogyakarta
Jl. Miliran No. 16 Yogyakarta
Email : ellywy@ustjogja.ac.id

Abstraks

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui desain Bujur Sangkar Youden pada bagian mesin injeksi dan mengetahui analisis desain Bujur Sangkar Youden pada bagian mesin injeksi. Desain Bujursangkar Youden yang dihasilkan dari 6 mesin yaitu waktu kerja pagi mesin NISSEI 6 menghasilkan 3200 unit, sore mesin BOY 12 menghasilkan 4864 unit dan malam mesin KOMATSU 10 menghasilkan 339 unit. Dari ketiga mesin jumlah nilai pengamatan dalam baris adalah 8403 unit. Waktu kerja pagi mesin NIIGATA 5 menghasilkan 1205 unit, sore mesin THOSIBA menghasilkan 3037 unit dan malam mesin NISSEI 7 menghasilkan 3195 unit. Dari ketiga mesin ini jumlah nilai pengamatan dalam baris adalah 7437 unit. Waktu kerja pagi mesin BOY 12 menghasilkan 4800 unit, sore mesin NISSEI 6 menghasilkan 7500 unit dan malam mesin NIIGATA 5 menghasilkan 1342 unit. Dari ketiga mesin ini jumlah nilai pengamatan dalam baris adalah 13642 unit. Waktu kerja pagi mesin KOMATSU 10 menghasilkan 404 unit, sore mesin NISSEI 7 menghasilkan 3194 unit dan malam mesin BOY 12 menghasilkan 2672 unit. Dari ketiga mesin ini jumlah nilai pengamatan dalam baris adalah 6270 unit. Waktu kerja pagi mesin THOSIBA menghasilkan 4058 unit, sore mesin KOMATSU 10 menghasilkan 630 unit dan malam mesin NISSEI 6 menghasilkan 186 unit. Dari ketiga mesin ini jumlah nilai pengamatan dalam baris adalah 4874 unit. Waktu kerja pagi mesin NISSEI 7 menghasilkan 3190 unit, sore mesin NIIGATA menghasilkan 4304 unit dan malam mesin THOSIBA menghasilkan 2855 unit. Dari ketiga mesin ini jumlah nilai pengamatan dalam baris adalah 10349 unit. Waktu kerja Pagi dari mesin NISSEI 6 (3200), NIIGATA 5 (1205), BOY 12 (4800), KOMATSU 10 (404), TOSHIBA (4058) dan NISSEI 7 (3190), jumlah nilai pengamatan dalam kolom adalah 16857 unit. Waktu kerja Sore dari mesin BOY 12 (4864), THOSIBA (3037), NISSEI 6 (7500), NISSEI 7 (3194), KOMATSU 10 (630) dan NIIGATA 5 (4304), jumlah nilai pengamatan dalam kolom adalah 23529 unit. Waktu kerja Malam dari mesin KOMATSU 10 (339), NISSEI 7 (3195), NIIGATA 5 (1342), BOY 12 (2672), NISSEI 6 (186) dan THOSIBA (2855), jumlah nilai pengamatan dalam kolom adalah 10589 unit. Total jumlah nilai pengamatan dalam baris maupun dalam kolom itu hasilnya sama yaitu 50975 unit. $F_{Tabel}(5,05) > F_{Hitung}(-0,08)$, maka H_0 diterima dan ini memberikan hasil pengujian yang tidak signifikan, maka bisa diambil analisis bahwa kapasitas semua mesin injeksi yang diteliti tidak berbeda secara nyata (kapasitas semua mesin sama).

Kata Kunci : Desain Bujur Sangkar Youden, waktu kerja, baris, kolom dan tidak signifikan

I. Pendahuluan

Dalam suatu percobaan atau penelitian seringkali dihadapkan pada kondisi yang beraneka ragam, termasuk unit-unit percobaan dan perlakuan yang diamati. Tujuan dari rancangan percobaan adalah untuk mengumpulkan informasi sebanyak-banyaknya sehingga berguna dalam penelitian yang dibahas.

Apabila dalam suatu percobaan ingin menghilangkan dua jenis variasi dimana dalam menghilangkan dua jenis variasi tersebut dilakukan dengan pemblokkan dua arah maka pada kasus ini dapat digunakan beberapa metode, tergantung dari banyaknya baris, kolom dan perlakuan yang diamati. Apabila banyaknya kolom sama dengan banyaknya baris dan perlakuan yang diamati maka digunakan Desain Bujursangkar Latin (DBSL) akan tetapi apabila banyaknya kolom tidak sama dengan banyaknya baris dan perlakuan yang diamati maka digunakan Desain Bujursangkar Youden (DBSY). Banyaknya faktor perlakuan dalam DBSY adalah lebih banyak atau sama dengan banyaknya baris atau kolom (Johnson & Leone, 1977:

739), dengan perlakuan terjadi satu kali pada setiap kolom dan baris dan bersifat seperti DBSL yaitu adanya pengelompokan ganda terhadap unit percobaannya.

Desain Bujursangkar Youden (DBSY) dikembangkan oleh W.J Youden. Bujursangkar Youden adalah Bujursangkar Latin yang tidak lengkap karena jumlah kolomnya tidak sama dengan jumlah baris dan perlakuan yang diteliti. DBSY dapat diterapkan dalam berbagai bidang antara lain dalam bidang industri, pendidikan, dan lain-lain.

II. Metodologi

Langkah-langkah Penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memilih mesin yang akan diteliti
2. Menentukan hari yang akan diteliti
3. Mengetahui jumlah produk setiap mesin dalam per shift dan per hari

III. Hasil

3.1 Data Penelitian

a. Data jumlah dan nama mesin

Dalam penelitian ini, meneliti 6 mesin injeksi dengan berbagai merk tetapi fungsi semua mesin injeksi ini sama.

Daftar nama – nama mesin injeksi yaitu:

- a. NISSEI 6
- b. BOY 12
- c. KOMATSU 10
- d. NIGATA 5
- e. NISSEI 7
- f. THOSIBA

Tabel 3.1 Data Pantauan Kerja Mesin Per Shift

Hari ke-1			
MESIN	HASIL		SHIFT
	TARGET	AKTUAL	
NISSEI 6	7680 unit	3200 unit	Pagi
BOY 12	4909 unit	4864 unit	Sore
KOMATSU 10	675 unit	339 unit	Malam
Hari ke-2			
MESIN	HASIL		SHIFT
	TARGET	AKTUAL	
NIGATA 5	1224 unit	1205 unit	Pagi
TOSIBA	4114 unit	3037 unit	Sore
NISSEI 7	3200 unit	3195 unit	Malam
Hari ke-3			
MESIN	HASIL		SHIFT
	TARGET	AKTUAL	
BOY 12	4909 unit	4800 unit	Pagi
NISSEI 6	7680 unit	7500 unit	Sore
NIGATA 5	1350 unit	1342 unit	Malam
Hari ke-4			
MESIN	HASIL		SHIFT
	TARGET	AKTUAL	
KOMATSU 10	675 unit	404 unit	Pagi
NISSEI 7	3200 unit	3194 unit	Sore

BOY 12	4909 unit	2672 unit	Malam
--------	-----------	-----------	-------

Tabel 3.1 Data Pantauan Kerja Mesin Per Shift (lanjutan)

Hari ke-5			
MESIN	HASIL		SHIFT
	TARGET	AKTUAL	
TOSHIBA	4114 unit	4058 unit	Pagi
KOMATSU 10	675 unit	630 unit	Sore
NISSEI 6	240 unit	186 unit	Malam
Hari ke-6			
MESIN	HASIL		SHIFT
	TARGET	AKTUAL	
NISSEI 7	3200 unit	3190 unit	Pagi
NIGATA 5	4320 unit	4304 unit	Sore
TOSHIBA	4114 unit	2855 unit	Malam

3.2 Pengolahan Data

Tabel 2 Menhitng Produk Yang Dihasilkan 6 Mesin

Hari/ Tanggal	Waktu Kerja			Jumlah (Jio)
	Pagi	Sore	Malam	
Hari ke-1	NISSEI 6(3200)	BOY 12 (4864)	KOMATSU 10 (339)	8403
Hari ke-2	NIGATA 5 (1205)	THOSIBA (3037)	NISSEI 7 (3195)	7437
Hari ke-3	BOY 12 (4800)	NISSEI 6 (7500)	NIGATA 5 (1342)	13642
Hari ke-4	KOMATSU 10 (404)	NISSEI 7 (3194)	BOY 12 (2672)	6270
Hari ke-5	TOSHIBA (4058)	KOMATSU 10 (630)	NISSEI 6 (186)	4874
Hari ke-6	NISSEI 7 (3190)	NIGATA 5 (4304)	TOSHIBA (2855)	10349
Jumlah (Joj)	16857	23529	10589	50975

Hari	Waktu Kerja			Jumlah (Jio)
	Pagi	Sore	Malam	
1	NISSEI 6 (3200)	BOY 12 (4864)	KOMATSU 10 (339)	8403
2	NIGATA 5 (1205)	THOSIBA (3037)	NISSEI 7 (3195)	7437
3	BOY 12 (4800)	NISSEI 6 (7500)	NIGATA 5 (1342)	13642
4	KOMATSU	NISSEI 7 (3194)	BOY 12 (2672)	6270
5	10 (404)	KOMATSU 10 (630)	NISSEI 6 (186)	4874
6	TOSHIBA (4058)	NIGATA 5 (4304)	TOSHIBA (2855)	10349
Jumlah (Joj)	16857	23529	10589	50975

Untuk data diatas, maka diperoleh

- b = Banyak blok dalam eksperimen maksudnya adalah 6 hari penelitian.
- p = Banyak perlakuan dalam eksperimen maksudnya adalah 6 mesin yang diteliti.
- r = Banyak replikasi dari pada sebuah perlakuan selama eksperiman maksudnya adalah hanya 3 mesin yang diteliti dalam 1 hari.

- k = Banyak perlakuan dalam tiap blok maksudnya adalah 3 shift (pagi, sore dan malam) dalam sehari.
- N = Banyak eksperimen = $bk = pr = (6 \times 3) = 18$
- λ = Berapa kali tiap pasang perlakuan terdapat selama eksperimen

$$r (k-1) / (p-1)$$

$$= \frac{3(3-1)}{6-1} = \frac{6}{5} = 1,2$$

$$b=p=6, k=r=3, N=18, \text{ dan } \lambda = \frac{3(3-1)}{6-1} = \frac{6}{5} = 1,2$$

selanjutnya perlu dihitung jumlah kuadrat – kuadrat JK

$$\begin{aligned} \Sigma Y^2 & \text{ (Jumlah kuadrat – kuadrat(JK) semua nilai pengamatan)} \\ &= (3200)^2 + (1205)^2 + (4800)^2 + (404)^2 + (4058)^2 + (3190)^2 + (4864)^2 + (3037)^2 + \\ & (7500)^2 + (3194)^2 + (630)^2 + (4304)^2 + (339)^2 + (3195)^2 + (1342)^2 + (2672)^2 + (186)^2 + \\ & (2855)^2 \\ &= 207242637 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_y & \text{ (Jumlahkuadrat – kuadrat (JK) untuk rata – rata)} \\ &= (207242637) / 18 = 11513479,83 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B_y & \text{ (Jumlah kuadrat – kuadrat (JK) untuk rata – rata pada baris pengamatan)} \\ &= \frac{(8403)^2 + (7437)^2 + (13642)^2 + (6270)^2 + (4874)^2 + (10349)^2}{6} \\ &= 80365686,5 - 11513479,83 \\ &= 68852206,67 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K_y & \text{ (Jumlah kuadrat – kuadrat (JK) untuk rata – rata pada kolom pengamatan)} \\ &= \frac{(16857)^2 + (23529)^2 + (10589)^2}{3} \\ &= 316633070,3 - 11513479,83 = 305119590,5 \end{aligned}$$

Untuk menentukan Q_j ($j = 1,2,3,4,5,6$)

$$\begin{aligned} J_A &= \text{jumlah pengamatan hasil mesin A} \\ &= \text{NISSEI 6} = 3200 + 7500 + 186 = 8286 \\ J_B &= \text{jumlah pengamatan hasil mesin B} \\ &= \text{NIGATA 5} = 1205 + 4304 + 1342 = 6851 \\ J_C &= \text{jumlah pengamatan hasil mesin C} \\ &= \text{BOY 12} = 4800 + 4864 + 2672 = 12336 \\ J_D &= \text{jumlah pengamatan hasil mesin D} \\ &= \text{KOMATSU 10} = 1524 + 1472 + 720 = 3716 \\ J_E &= \text{jumlah pengamatan hasil mesin E} \\ &= \text{TOSHIBA} = 4058 + 3037 + 2855 = 9950 \\ J_F &= \text{jumlah pengamatan hasil mesin F} \\ &= \text{NISSEI 7} = 3190 + 3194 + 3195 = 9579 \end{aligned}$$

Sehingga (lihat definisi Q_j)

$$\begin{aligned} Q_1 &= 3(8286) - (8403 + 13642 + 4874) = 24858 - 23319 = 1539 \\ Q_2 &= 3(6851) - (7437 + 13642 + 10349) = 20553 - 31428 = -10875 \\ Q_3 &= 3(12336) - (8403 + 13642 + 6270) = 37008 - 28315 = 8693 \\ Q_4 &= 3(3716) - (8403 + 6270 + 4874) = 11148 - 19547 = -8399 \\ Q_5 &= 3(9950) - (7437 + 4874 + 10349) = 29850 - 22660 = 7190 \\ Q_6 &= 3(9579) - (7437 + 6270 + 10349) = 28737 - 24056 = 4681 \end{aligned}$$

Dengan demikian

$$\begin{aligned}
 Py &= \frac{(\text{Jumlah kuadrat} - \text{kuadrat (JK) antar perlakuan})}{(3)(6)(1,2)} \\
 &= \frac{(1539)^2 + (-10875)^2 + (8693)^2 + (-8399)^2 + (7190)^2 + (4681)^2}{21,6} = 15757104,49 \\
 Ey &= (\text{Jumlah kuadrat} - \text{kuadrat (JK) kekeliruan eksperimen}) \\
 &= 207242637 - 11513479,83 - 68852206,67 - 305119590,5 - 15757104,49 \\
 &= -193999744,5
 \end{aligned}$$

IV. Analisis Hasil dan Pembahasan

Hasil – hasil diatas memberikan daftar ANAVA sebagai berikut :

Tabel 4.1 Daftar ANAVA

Sumber Variasi	dk	JK	KT	F
Rata – rata	1	11513479,83	11513479,83	
Blok (hari)	5	68852206,67	13770441,33	
WaktuKerja	2	305119590,5	152559795,3	
Mesin	5	15757104,49	3151420,898 (a)	-0,08
Kekeliruan	5	- 193999744,5	- 38799948,9 (b)	
Jumlah	18	207242637		

SumberVariasi : Cara mencari dk (derajat kebebasan)

- 1) Rata – rata = 1
- 2) Blok (hari) = lama penelitian adalah 6 hari jadi (b – 1)
= (6 – 1) = 5
- 3) Waktukerja = waktu kerja menggunakan 3 shift dalam 1 hari jadi (p – 1)
= (3 – 1) = 2
- 4) Mesin = Jumlah mesin yang diteliti ada 6 mesin jadi (b – 1)
= (6 – 1) = 5
- 5) Kekeliruan = (b – 1) (p – 1)
= (6 – 1) (3 – 1) = 5

Jadi jumlah dk adalah 1 + 5 + 2 + 5 + 5 = 18

Cara mencari JK (jumlah kuadrat) adalah hasil – hasil dari perhitungan diatas seperti :

- 1) Ry = 11513479,83
- 2) By = 68852206,67
- 3) Ky = 305119590,5
- 4) Py = 15757104,49
- 5) Ey = - 193999744,5

Cara mencari KT

- 1) Rata – rata = Tetap = 11513479,83
- 2) Blok (hari) = BY/dk= 68852206,67 / 5 = 13770441,33
- 3) Waktukerja = KY/dk= 305119590,5 / 2 = 152559795,3
- 4) Mesin = PY/dk= 15757104,49/ 5 = 3151420,898
- 5) Kekeliruan = EY/dk = - 193999744,5/ 5 = - 38799948,9

Cara mencari F

$$1) \ a/b = 3151420,898 / -38799948,9 = -0,08$$

$$\text{Harga F} = \frac{3151420,898}{-38799948,9} = -0,08$$

Mencari F tabel

Diketahui :

Derajat kepercayaan = tingkat kepercayaan = koefisien kepercayaan = $1 - \alpha$

Selang kepercayaan dengan distribusi z

Selang kepercayaan 95% \rightarrow Derajat Kepercayaan = $1 - \alpha = 95\%$

$\alpha = 5\% \rightarrow \alpha / 2 = 2.5\% \rightarrow Z_{2.5\%} = Z_{0.025} = 1.96$

Idealnya selang kepercayaan yang baik adalah *selang kepercayaan yang pendek* dengan *derajat kepercayaan yang tinggi*.

Jadi $\alpha = 5\% = p = 0.05$ (selang kepercayaan dengan distribusi F)

➤ Kekeliruan (6-1)(3-2)

➤ V1 (pembilang) = (6-1) = 5

➤ V2 (penyebut) = (6-1) (3-2) = 5

Jadi F tabel = **5,05**

Sehingga F Tabel > F Hitung (5,05 > -0,08), H_0 diterima dan ini memberikan hasil pengujian yang tidak signifikan. Dari penelitian dan penghitungan yang dilakukan maka bisa diambil analisis bahwa kapasitas semua mesin injeksi yang diteliti tidak berbeda secara nyata. Maksudnya walaupun mempunyai merk yang berbeda tetapi tidak mempengaruhi kapasitas produksinya.

Langkah-langkah yang dilakukan adalah memilih mesin yang akan diteliti, menentukan hari yang akan diteliti dan mengetahui jumlah produk setiap mesin dalam per shift dan per hari. Selanjutnya diidentifikasi $b=p = 6$, $k=r = 3$, $N = 18$, dan $\lambda = \frac{3(3-1)}{6-1} = \frac{6}{5} = 1,2$; $\Sigma Y^2 = 207242637$; $R_y = 11513479,83$; $B_y = 68852206,67$; $K_y = 305119590,5$. Untuk menentukan Q_j ($j = 1,2,3,4,5,6$) $JA = \text{NISSEI } 6 = 8286$; $JB = \text{NIGATA } 5 = 6851$; $JC = \text{BOY } 12 = 12336$; $JD = \text{KOMATSU } 10 = 3716$; $JE = \text{TOSHIBA} = 9950$; $JF = \text{NISSEI } 7 = 9579$. Sehingga $Q_1 = 1539$, $Q_2 = -10875$, $Q_3 = 8693$, $Q_4 = -8399$, $Q_5 = 7190$, $Q_6 = 4681$. Dengan demikian $P_y = 15757104,49$ dan $E_y = -193999744,5$

V. Kesimpulan

Desain Bujursangkar Youden yang dihasilkan dari 6 mesin yaitu waktu kerja pagi mesin NISSEI 6 menghasilkan 3200 unit, sore mesin BOY 12 menghasilkan 4864 unit dan malam mesin KOMATSU 10 menghasilkan 339 unit. Dari ketiga mesin jumlah nilai pengamatan dalam baris adalah 8403 unit. Waktu kerja pagi mesin NIIGATA 5 menghasilkan 1205 unit, sore mesin THOSIBA menghasilkan 3037 unit dan malam mesin NISSEI 7 menghasilkan 3195 unit. Dari ketiga mesin ini jumlah nilai pengamatan dalam baris adalah 7437 unit. Waktu kerja pagi mesin BOY 12 menghasilkan 4800 unit, sore mesin NISSEI 6 menghasilkan 7500 unit dan malam mesin NIIGATA 5 menghasilkan 1342 unit. Dari ketiga mesin ini jumlah nilai pengamatan dalam baris adalah 13642 unit. Waktu kerja pagi mesin KOMATSU 10 menghasilkan 404 unit, sore mesin NISSEI 7 menghasilkan 3194 unit dan malam mesin BOY 12 menghasilkan 2672 unit. Dari ketiga mesin ini jumlah nilai pengamatan dalam baris adalah 6270 unit.

Waktu kerja pagi mesin THOSIBA menghasilkan 4058 unit, sore mesin KOMATSU 10 menghasilkan 630 unit dan malam mesin NISSEI 6 menghasilkan 186 unit. Dari ketiga mesin ini jumlah nilai pengamatan dalam baris adalah 4874 unit. Waktu kerja pagi mesin NISSEI 7 menghasilkan 3190 unit, sore mesin NIIGATA menghasilkan 4304 unit dan malam mesin THOSIBA menghasilkan 2855 unit. Dari ketiga mesin ini jumlah nilai pengamatan dalam baris adalah 10349 unit. Waktu kerja Pagi dari mesin NISSEI 6 (3200), NIIGATA 5 (1205), BOY 12

(4800), KOMATSU 10 (404), TOSHIBA (4058) dan NISSEI 7 (3190), jumlah nilai pengamatan dalam kolom adalah 16857 unit. Waktu kerja Sore dari mesin BOY 12 (4864), THOSIBA (3037), NISSEI 6 (7500), NISSEI 7 (3194), KOMATSU 10 (630) dan NIIGATA 5 (4304), jumlah nilai pengamatan dalam kolom adalah 23529 unit. Waktu kerja Malam dari mesin KOMATSU 10 (339), NISSEI 7 (3195), NIIGATA 5 (1342), BOY 12 (2672), NISSEI 6 (186) dan THOSIBA (2855), jumlah nilai pengamatan dalam kolom adalah 10589 unit. Total jumlah nilai pengamatan dalam baris maupun dalam kolom itu hasilnya sama yaitu 50975 unit.

F Tabel (5,05) > F Hitung (-0,08), maka H_0 diterima dan ini memberikan hasil pengujian yang tidak signifikan, maka bisa diambil analisis bahwa kapasitas semua mesin injeksi yang diteliti tidak berbeda secara nyata (kapasitas semua mesin sama).

Daftar Pustaka

- [1] Ayomi Pasana. 2011. *Analisis Kovarians Dalam Rancangan Bujur Sangkar Youden*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta.
- [2] B.Santoso, dkk. 2012. *Fermentation Characteristics of Rice Crop Residue-Based Silage Treated by Epiphytic and Commercial LAB*. Papua.
- [3] Ferry Harsi Purniawati, dkk.2008. *Rancangan Bujur Sangkar Youden*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- [4] Sudjana. 1985. *Desain dan Analisis Eksperimen Edisi Kedua*. Bandung : Tarsito.
- [5] Sudjana. 1995. *Desain dan Analisis Eksperimen Edisi Empat*. Bandung : Tarsito.
- [6] William G. Hunter, dkk. 1978. *Statistik For Exsperimenters*. New York.